



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08194517 A**

(43) Date of publication of application: 30 . 07 . 96

(51) Int. Cl. **G05B 19/42**  
**G05B 19/409**

(21) Application number: **07004317**

(22) Date of filing: 13 . 01 . 95

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **YANAGIHARA YOSHIMASA  
KAKIZAKI TAKAO  
UMENO HIKARI  
ARAKAWA KENICHI**

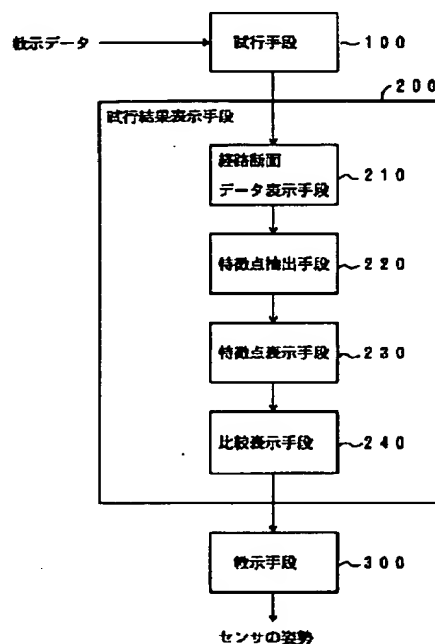
(54) **TEACHING DEVICE AND TEACHING DATA  
PREPARING METHOD**

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide a teaching device and a teaching data preparing method which can easily set the attitude of a sensor for the teaching job of a manipulator holding the sensor while satisfying both tool and sensor operation conditions in a machining job of the manipulator.

**CONSTITUTION:** A teaching device includes a trial means 100 which performs a trial operation based on the supplied teaching data and displays this trial result, a trial result display means 200 which displays the trial result of the means 100, and a teaching means 300 which teaches the attitude of a sensor based on the trial result displayed by the means 200.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-194517

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 5 B 19/42

19/409

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 5 B 19/ 42

19/ 405

K

C

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-4317

(22) 出願日 平成7年(1995)1月13日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 柳原 義正

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 柿崎 隆夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 梅野 光

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

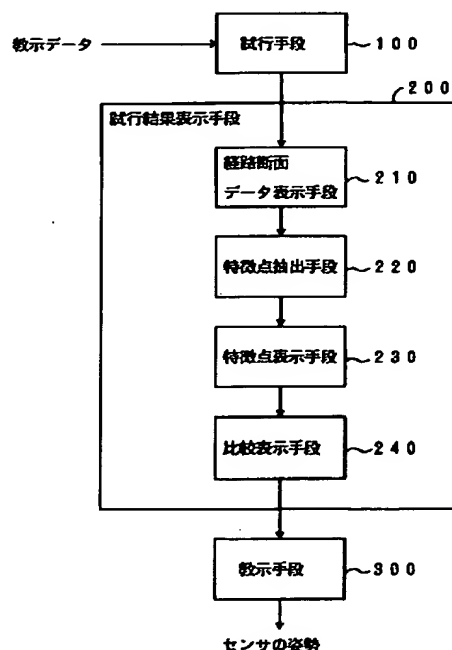
(54) 【発明の名称】 教示装置及び教示データ作成方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、マニピュレータによる加工作業において、センサを保持したマニピュレータの教示作業でのセンサの姿勢を、工具条件とセンサ動作条件の両方を同時に満足させながら、簡単に設定できる教示装置及び教示データの作成方法を提供することである。

【構成】 本発明の教示装置は、入力された教示データを用いて試行動作を行い、試行結果を表示する試行手段100と、試行手段100により取得した試行結果を表示する試行結果表示手段200と、試行結果表示手段200に表示された試行結果に基づいてセンサの姿勢の教示を行う教示手段300とを有する。

本発明の原理構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マニピュレータ、該マニピュレータの手先に保持された工具と該工具近傍に保持されたセンサから構成され、該マニピュレータを予め与えられた作業仕様に従って、加工対象物上の加工経路に沿って走行動作するように、教示データを作成する教示装置であって、前記センサの姿勢を、前記工具に関する条件と前記センサの動作条件の両方を同時に満足させるように教示データを設定することを特徴とする教示装置。

【請求項2】 入力された教示データを用いて試行動作を行い、試行結果を表示する試行手段と、前記試行手段により取得した試行結果を表示する試行結果表示手段と、前記試行結果表示手段に表示された前記試行結果に基づいて所定のルールにより前記試行結果を修正して、前記センサの姿勢の教示を行う教示手段とを有する請求項1記載の教示装置。

【請求項3】 前記試行結果表示手段は、前記センサにより検出した経路断面データを予め与えられた座標系で表示する経路断面データ表示手段と、前記経路断面データに基づいて経路位置を代表する経路特徴点位置を演算する特徴点抽出手段と、前記経路特徴点位置を前記断面経路データと同一座標系で同時に表示する特徴点表示手段と、前記経路特徴点位置と前記センサの有効検出範囲の位置関係を同一座標系で表示する比較表示手段とを有する請求項2記載の教示装置。

【請求項4】 前記教示手段は、前記センサの有効検出範囲内に前記経路特徴点位置が存在するように前記試行結果を修正する請求項2記載の教示装置。

【請求項5】 前記教示手段は、前記経路特徴点位置から前記マニピュレータの手先姿勢・偏差修正方向を演算する手段を有する請求項4記載の教示装置。

【請求項6】 前記教示手段は、前記マニピュレータの手先姿勢を決定する際に、前記センサの姿勢と前記工具姿勢のどちらを優先するかを指定する重み係数を設定する手段と、前記重み係数を前記センサの有効検出範囲に変換する手段と、前記有効検出範囲を予め指定した座標系で表示する手段と、前記重み係数を工具姿勢の許容範囲に変換する手段と、前記工具姿勢の共用範囲を予め指定した座標系で表示する手段と、前記センサの有効検出範囲及び前記工具姿勢の許容範囲を同時に表示する手段とを有する請求項2記載の教示装置。

【請求項7】 前記経路特徴点位置と前記センサの有効

検出範囲の位置関係を音声を用いて出力する音声出力手段を有する請求項2、3または6記載の教示装置。

【請求項8】 マニピュレータ、該マニピュレータの手先に保持された工具と工具近傍に保持されたセンサを有し、該マニピュレータを予め与えられた作業仕様に従って、加工対象物上の加工経路に沿って走行動作するように教示データを作成する教示データ作成方法において、前記センサの姿勢を、前記工具に関する条件と前記センサの動作条件の両方を同時に満足させる教示データを生成することを特徴とする教示データ作成方法。

【請求項9】 前記教示データを生成する際に、試行用の教示データを前記センサに入力し、前記センサにより検出した経路断面データを予め与えられた座標系で表示し、前記経路断面データに基づいて経路位置を代表する経路特徴点位置を演算し、前記経路特徴点位置を前記断面経路データと同一座標系で同時に表示し、前記経路特徴点位置と前記センサの有効検出範囲の位置関係を同一座標系で表示し、前記経路特徴点位置から前記マニピュレータの手先姿勢・偏差修正方向を演算し、前記手先姿勢・偏差修正方向をグラフィカルユーザインタフェースを用いて提示し、前記手先姿勢・偏差修正方向に基づいて、前記センサの有効検出範囲に前記経路特徴点位置が存在するように前記教示データを修正する請求項9記載の教示データ作成方法。

【請求項10】 前記教示データを生成する際に、前記マニピュレータの手先姿勢を決定するにあたり、前記センサの姿勢と前記工具姿勢のどちらを優先するかを指定する重み係数を設定し、前記重み係数を前記センサの有効検出範囲に変換し、前記有効検出範囲を予め指定した座標系で表示し、前記重み係数を前記工具姿勢の許容範囲に変換し、前記工具姿勢の許容範囲を予め指定した座標系で表示し、前記センサの有効検出範囲及び前記工具姿勢の許容範囲を同時に表示し、表示された前記センサの有効検出範囲及び前記工具姿勢の許容範囲を参照して、前記センサ姿勢と前記工具姿勢を変化させる請求項9記載の教示データ作成方法。

【請求項11】 前記経路特徴点位置と、前記センサの有効検出範囲の位置関係を音声を用いて提示する請求項9または10記載の教示データ作成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、教示装置及び教示データ作成方法に係り、特に、マニピュレータに保持された工具を加工経路に沿って高精度に追従動作させるために必要な教示データを簡易なマンマシンインタフェースを用

いて容易に修正可能な教示装置及び教示データ作成方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】 マニピュレータによる加工作業では、対象物（ワーク）の表面にある加工線に沿って工具を追従させることにより、所定の作業を達成する。このような作業のための追従装置は、近年、作業の効率化を図るためにセンサを導入したシステムの利用が増加している。

【0003】 従来は、多くの場合、記録されている教示すべきデータを読み出して入力する教示再生型のマニピュレータが用いられていたが、センサを導入したシステムでは作業実行時の環境不確実性、例えば、ワークの固体差による教示データとのずれ等をオンラインで対処できるというメリットがある。センサを利用した教示方法として、特開昭63-15306に開示されている方法がある。この方法は、ねじにより手動で高さ方向の位置を変えられるレーザラインセンサを工具に設け、教示時には、工具の姿勢だけを正確に教示するというものである。ここでは、高さ方向の位置はおおまかによく、正確な位置決めは作業時にセンサデータにより補正することにより、教示時には、工具姿勢に対してのみ教示すればよいと、オペレータの負荷の軽減につながる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の従来の方法は、経路が複雑になった場合、センサのセンシング条件が満足されているかを確認する手段がないため、作業時には、センシングそのものがうまくいかない場合が生じる。このように、従来の技術では、センサ情報を一部取り入れ、教示作業の負荷軽減を狙った例はあるが、その機能は不十分であり、3次元ワーク上での追従作業のように経路が複雑になるとセンシング条件を完全に満足させた教示作業を実行させることが困難である。

【0005】 このように、作業時に環境の不確実性に対処できるようにさせるためには、教示時に使用するセンサの動作条件を満足させるような教示作業を実行しなければならない。一般にセンサは、工具上に設置されている等、工具に対して位置姿勢を拘束されているため、センサの動作条件の中でも特に考慮しなければならない点は、教示位置においてセンサの検出範囲を満足するように、工具の位置姿勢を決めなければならないことである。つまり、センサを導入したことにより、センシング可能なセンサ姿勢を、予め決められている工具位置姿勢を満足させながら、教示位置において決定しなければならない。

【0006】 本発明は、上記の点に鑑みなされたもので、上記従来の問題点を解決し、マニピュレータによる加工作業において、センサを保持したマニピュレータの教示作業でのセンサの姿勢を、工具条件とセンサ動作条件の両方を同時に満足させながら、簡単に設定できる教

示装置及び教示データの作成方法を提供することを目的とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、マニピュレータ、マニピュレータの手先に保持された工具と工具近傍に保持されたセンサから構成され、マニピュレータを予め与えられた作業仕様に従って、加工対象物上の加工経路に沿って走行動作するように、教示データを作成する教示装置であって、センサの姿勢を、工具に関する条件とセンサの動作条件の両方を同時に満足させる。

【0008】 図1は、本発明の原理構成図である。本発明の教示装置は、入力された教示データを用いて試行動作を行い、試行結果を表示する試行手段100と、試行手段100により取得した試行結果を表示する試行結果表示手段200と、試行結果表示手段200に表示された試行結果に基づいてセンサの姿勢の教示を行う教示手段300とを有する。

【0009】 また、上記の試行手段100は、教示データに基づいてセンサを起動させた結果である経路断面データを取得する。また、上記の試行結果表示手段200は、センサにより検出した経路断面データを予め与えられた座標系で表示する経路断面データ表示手段210と、経路断面データに基づいて経路位置を代表する経路特徴点位置を演算する特徴点抽出手段220と、経路特徴点位置を断面経路データと同一座標系で同時に表示する特徴点表示手段230と、経路特徴点位置とセンサの有効検出範囲の位置関係を同一座標系で表示する比較表示手段240とを有する。

【0010】 また、上記の教示手段300は、センサの有効検出範囲内に経路特徴点位置が存在するように試行結果を修正する。また、上記の教示手段300は、経路特徴点位置からマニピュレータの手先姿勢・偏差修正方向を演算する手段を有する。

【0011】 また、教示手段300は、マニピュレータの手先姿勢を決定する際に、センサの姿勢と工具姿勢のどちらを優先するかを指定する重み係数を設定する手段と、重み係数をセンサの有効検出範囲に変換する手段と、有効検出範囲を予め指定した座標系で表示する手段と、重み係数を工具姿勢の許容範囲に変換する手段と、工具姿勢の共用範囲を予め指定した座標系で表示する手段と、センサの有効検出範囲及び工具姿勢の許容範囲を同時に表示する手段とを有する。

【0012】 また、上記の教示装置は、経路特徴点位置とセンサの有効検出範囲の位置関係を音声を用いて出力する音声出力手段を有する。本発明は、マニピュレータ、マニピュレータの手先に保持された工具と工具近傍に保持されたセンサを有し、マニピュレータを予め与えられた作業仕様に従って、加工対象物上の加工経路に沿って走行動作するように教示データを作成する教示データ作成方法において、センサの姿勢を、工具に関する条

件とセンサの動作条件の両方を同時に満足させる教示データを生成する。

【0013】図2は、本発明の原理を説明するためのフローチャートである。本発明は、教示データを生成する際に、試行用の教示データをセンサに入力し（ステップ1）、センサにより検出した経路断面データを予め与えられた座標系で表示し（ステップ2）、経路断面データに基づいて経路位置を代表する経路特徴点位置を演算し（ステップ3）、経路特徴点位置を断面経路データと同一座標系で同時に表示し（ステップ4）、経路特徴点位置とセンサの有効検出範囲の位置関係を同一座標系で表示し（ステップ5）、経路特徴点位置からマニピュレータの手先姿勢・偏差修正方向を演算し（ステップ6）、手先姿勢・偏差修正方向をグラフィックスユーザインタフェースを用いて提示し（ステップ7）、手先姿勢・偏差修正方向に基づいて、センサの有効検出範囲に経路特徴点位置が存在するように教示データを修正する（ステップ8）。

【0014】また、本発明は、教示データを生成する際に、マニピュレータの手先姿勢を決定するにあたり、センサの姿勢と工具姿勢のどちらを優先するかを指定する重み係数を設定し、重み係数をセンサの有効検出範囲に変換し、有効検出範囲を予め指定した座標系で表示し、重み係数を工具姿勢の許容範囲に変換し、工具姿勢の許容範囲を予め指定した座標系で表示し、センサの有効検出範囲及び工具姿勢の許容範囲を同時に表示し、表示されたセンサの有効検出範囲及び工具姿勢の許容範囲を参照してセンサ姿勢と工具姿勢を変化させる。

【0015】また、本発明は、経路特徴点位置と、センサの有効検出範囲の位置関係を音声を用いて提示する。

【0016】

【作用】第1、第8の発明は、マニピュレータの工具上に付設されているセンサの姿勢を工具に関する条件とセンサ自体の動作条件の双方を充足するような教示データを作成することにより、教示に必要なセンサの姿勢を保証できる。

【0017】第2の発明は、教示データを入力して試行を行い、試行結果を表示して、センサの姿勢が最適になるように修正してセンサに対して教示を行うことが可能である。第3の発明は、センサが起動した試行結果として取得した経路断面データ、経路断面データより抽出した経路特徴点位置とを同一座標系上で表示して、試行結果を把握し、さらに、センサの有効視野である有効検出範囲を表示して、経路特徴点位置が有効検出範囲内に存在しているかを判定することが可能となる。これにより、経路特徴点の有効検出範囲外にある場合には、試行データを修正する必要があるものとする。

【0018】第4の発明は、経路特徴点の有効検出範囲外にある場合には、試行データを修正することにより、最適なセンサ姿勢を保証することが可能となる。第5の

発明は、試行データを修正する際に、経路特徴点位置からマニピュレータの手先姿勢や、偏差修正方向を演算してオペレータに提示することにより、オペレータが試行データを修正する際の目安となり、最適な値でマニピュレータに教示することが可能となる。

【0019】第6及び第10の発明は、センサの姿勢を保証するように教示データを修正する際に、工具の姿勢とセンサの姿勢に優先度を付与することにより、作業上最適な教示データを生成することが可能となる。第7及び第11の発明は、試行データを修正する必要がある場合、つまり、センサの有効検出範囲内に経路特徴点位置が存在していない場合に、オペレータに対して音声によるメッセージを出力することが可能となる。

【0020】第9の発明は、上記の第3と第4の発明の機能を合わせ持っており、試行データを表示し、表示されたデータを参照して、センサの有効検出範囲内に経路特徴点位置が存在するように修正し、マニピュレータに教示するものである。

【0021】

【実施例】以下、図面と共に本発明の実施例を詳細に説明する。図3は、本発明の一実施例の教示システムを、センサを搭載した追従装置に接続したシステム構成を示す。

【0022】同図に示すシステムは、多関節マニピュレータ（以下単にマニピュレータという）1、手先工具2、手先工具2に搭載されているラインセンサ21、マニピュレータ1を制御するためのロボットコントローラ5、教示データを入力するためのティーチングペンダント8、教示システム9より構成される。手先工具2は、作業対象ワーク3についてワークの作業経路4に従って作業を行うものとし、ラインセンサ21は、手先工具2が辿った経路を感知するものとする。

【0023】ロボットコントローラ5は、経路生成部6と教示データ記憶部7より構成される。教示データ記憶部7は、ティーチングペンダント8より入力された教示データを記憶する。経路生成部6は、教示データ記憶部7より教示データを読み込み、マニピュレータ1を動作させるための経路情報を生成し、マニピュレータ1に入力する。

【0024】教示システム9は、ティーチングペンダント8により入力された教示データにより動作した時のラインセンサ21が取得したセンサデータの表示・修正処理をGUI（グラフィカルユーザインタフェース）を用いて実現するものである。教示システム9は、センサ処理部10とデータモニタ部15から構成される。

【0025】センサ処理部10は、前処理部11、特徴点検出部12、座標変換部13、特徴点記憶部14より構成され、ラインセンサ21が取得したセンサデータを解析・保持する。データモニタ部15は、センサ処理部10と、教示データ編集部16及び視覚的イメージ変換

部18、表示部19及びユーザインタフェース部20よりなり、センサデータによりマニピュレータ1に教示するデータを生成する。

【0026】教示システム9のセンサ処理部10は、以下の各構成要素により、ラインセンサ21が動作して取得したセンサデータより特徴点となる位置情報を座標系で表現するデータを取得する。前処理部11は、ラインセンサ21より入力されたセンサデータに対してフィルタリング処理を行い、特徴点検出部12に出力する。特徴点検出部12は、センサデータである経路断面データから特徴点となるエッジの箇所を検出する。座標変換部13は、経路断面データと特徴点検出部12で取得した特徴点のデータ（以下、特徴点位置データ）を所定の座標系に変換する。特徴点記憶部14は、座標変換部13で変換された経路断面データと特徴点位置データの座標データを保持する。

【0027】教示システム9の教示モニタ部15は、以下の構成要素により、センサ処理部10より取得したデータを表示し、表示された結果に基づいて教示データの修正を行う。視覚的イメージ変換部18は、センサ処理部10の特徴点記憶部14から取得した経路特徴点位置情報と経路断面データを表示できる形態に変換する。表示部19は、視覚的イメージ変換部18で変換された表示データ（経路断面データ及び特徴点位置データの座標データ）をモニタに表示する。教示データ編集部15は、所定の許容範囲を設定して表示部19に表示すると共に、表示部19に表示されたデータが当該許容範囲内に表示されているかを判断し、許容範囲外に位置している場合には、適宜教示データの修正・編集処理を行う。

【0028】なお、本実施例では、許容範囲として用いるデータは、ラインセンサ21が視野として捉えることが可能な範囲を意味する。図4は、本発明の一実施例の教示システムの動作の概要を説明するフローチャートである。

【0029】ステップ100） 最初の試行動作時には、ティーチングペンダント8から教示データがロボットコントローラ5の教示データ記憶部7に入力される。経路生成部6は教示データ記憶部7から当該教示データを読出して、マニピュレータ1がワーク3上の作業経路上で作業する経路情報を生成し、追従装置（マニピュレータ1）に入力する。

【0030】ステップ200） 経路情報が入力されたマニピュレータ1に付設されている工具2は、当該経路情報に従って、作業対象ワーク3上の作業経路4上の作業を行う。このとき、工具2に接続されているラインセンサ21を起動させ、経路に従って工具が動作する時のセンサデータを収集する。このとき取得するセンサデータは、経路断面データである。

【0031】ステップ300） ラインセンサ21が取

得したセンサデータは、教示システム9に入力される。教示システム9は、入力された経路断面データより特徴点を抽出し、特徴点位置データとして、座標系に変換して、経路断面データと共に特徴点記憶部14に記憶する。

【0032】ステップ400） 教示モニタ部15は、教示システム9の特徴点記憶部14内に保持されている経路断面データ及び経路特徴点位置データをモニタ上に表示する。このとき、ラインセンサ21の有効視野を示す視野保証範囲領域を合わせて表示する。詳細は後述する。

【0033】ステップ500） 表示された視野保証範囲領域内に特徴点位置データが含まれていれば、教示データの修正は必要ないものと判断する。また、視野保証範囲領域外に特徴点位置データが存在していれば、センサの姿勢を変化させて教示データの内容を修正する必要があると判断し、ステップ600に移行する。

【0034】ステップ600） 修正の必要があると判断された場合には、音声等の出力によりオペレータに警告を発して、修正を要求する。修正時には、センサの姿勢をどのように変換させるかを所定の規則に沿って、教示データを変化させて特徴点位置データが視野保証範囲領域内に入るように修正する。

【0035】教示データが修正されると、再度、試行動作を行う処理（ステップ100）に移行する。次に、上記ステップ400の試行動作終了時に、表示部19内に表示される教示画面22の内容について説明する。図5は、本発明の一実施例の教示モニタ画面を示す。教示モニタ画面22上には、センサ姿勢モニタ23と修正方向モニタ30が表示される。

【0036】センサ姿勢モニタ23は、センサデータモニタ24と警告表示ボックス25、及び警告音ボックス26が表示される。警告表示ボックス25は、画面上において『教示データ修正用』をプリンキング等によりオペレータに修正を促す。また、警告音ボックス26は、音声ジェネレータ等により音声による警告を発すると共に、当該ボックス26を表示する。

【0037】センサデータモニタ24は、ティーチングペンダント8から入力された教示データでマニピュレータ1の試行動作が行われた際に、ラインセンサ21の起動により、ラインセンサ21が各教示点に位置付けられた時に、センサ処理部10により取得した経路断面データ27と経路特徴点位置データ29を表示する。このとき、使用しているラインセンサ21の有効視野（経路特徴点位置検出率が100%）を示す視野保証範囲を円領域28でセンサデータモニタ24に表示する。なお、円領域28の円の径の決定は、既存の使用センサの使用及び経路特徴点位置検出アルゴリズムの基づいて決定される。

【0038】このとき、ステップ500において、この

円領域28に特徴点位置データ29が入っていれば、ラインセンサ21の姿勢は保証されているものとして、教示データの修正は不要であると判定し、次の教示データの検証に移行する(ステップ500, No)。

【0039】しかし、この円領域28外に経路特徴点位置が存在している場合には、センサの姿勢を変化させて、この円領域28内に経路特徴点位置が入るように教示データを修正する必要があると判定する(ステップ500, Yes)。この修正の有無については、警告表示ボックス25及び警告音ボックス26を用いて、オペレータに通知するものとする。警告表示ボックス25では文字を、警告音ボックス26では警告音でオペレータに教示データの修正が必要である旨を知らせる。この場合には、修正方向モニタ30上に自動的に修正情報を表示してもよいし、オペレータが実行ボタン等を押下する等の操作により表示してもよい。

【0040】次に、この警告により、オペレータが教示データの修正を図る必要があることを認識した場合の処理について説明する。図6は、本発明の一実施例の教示データの修正動作を説明するためのフローチャートである。

ステップ401) まず、教示モニタ画面22にセンサ姿勢モニタ23と修正方向モニタ30を表示する。

【0041】ステップ402) 次に、ラインセンサ21の有効視野(経路特徴点位置検出率が100%)を示す視野保証範囲を円領域28でセンサ姿勢モニタ23上に表示させる。

ステップ403) センサ姿勢モニタ23上にラインセンサ21が取得したセンサデータである経路断面データ27と経路特徴点位置データ29を表示する。これにより、図5に示すように、経路断面データ27、経路特徴点位置データ29、円領域28が同一画面に表示されていることになる。

【0042】ステップ500) センサ姿勢モニタ23上に表示されている円領域28内に経路特徴点位置データ29が存在しているかを判定し、存在していない場合には、ステップ601に移行し、存在している場合には、ステップ501に移行する。

【0043】ステップ501) 存在している場合には、次のセンサデータのチェックを行うためにステップ402に移行し、もし、次のセンサデータがない場合には、処理を終了する。

ステップ601) 円領域28内に経路特徴点位置データ29が存在していない場合には、オペレータに対して、上記方法により警告を出力し、教示モニタ画面22上に修正方向モニタ30を表示する。オペレータは、修正方向モニタ30を参照して、センサ21の姿勢をどのように変化させるかを決定する。変化させる方向性については、側面修正方向モニタ31と上面方向修正モニタ32に表示される矢印33、34の方向で表示される。

この矢印33、34の方向は、特徴点位置データ29がセンサデータモニタ24のy-z平面のどこに存在するかで決定される。

【0044】ステップ602) 特徴点位置データ29が第1象限にあったならば、ステップ603に移行し、ない場合には、ステップ604に移行する。

ステップ603) ティーチングペンダント8のキー操作で、工具座標のy軸、z軸に時計回りに回転させて、特徴点位置データ29が円領域28内に入るように、姿勢を変化させ、ステップ609に移行する。

【0045】ステップ604) また、第2象限にあったならば、ステップ605に移行し、ない場合には、ステップ606に移行する。

ステップ605) 第2象限にあった場合には、キー操作によりy軸に反時計回り、z軸に時計回りに姿勢を変化させ、ステップ609に移行する。

【0046】ステップ606) 第3象限にある場合には、ステップ607に移行し、ない場合には、ステップ608に移行する。

ステップ607) 第3象限にある場合には、キー操作により、y、z軸の反時計方向に姿勢を変化させる。

【0047】ステップ608) 第4象限にあったならば、キー操作により、y軸に時計方向、z軸に反時計方向に姿勢を変化させる。

ステップ609) 上記の規則に従って、工具2の姿勢を変化させて、特徴点位置データ29が円領域28内に入るように教示データを修正し、ステップ403に移行する。

【0048】このような操作を全教示データに対して行うことにより、作業時のラインセンサ21の姿勢を考慮した教示データを作成することができる。この場合、教示データの修正は、ラインセンサ21の姿勢を確保するという観点から工具のy軸とz軸回りの修正のみで十分であるが、他の自由度に対しても同様な修正が可能である。

【0049】このように、上記の実施例によれば、センサから取得したセンサデータから抽出された特徴点が設定された設定円外に存在していても、修正方向モニタ30を参照して、設定円内に存在するように修正することにより、適切な教示データを生成することが可能であるため、信頼性のある追従装置の作業が可能となる。

【0050】次に、他の実施例として、上記の姿勢を保証するような教示データの修正に関して、教示時に工具2の姿勢とラインセンサ21の姿勢に優先度を付与することにより、作業するにあたっての最適な教示データを作成するための他の実施例について説明する。教示システムは、上記の実施例の図3に示す構成と同様のものとする。

【0051】図7は、本発明の他の実施例の教示モニタの例を示す。この教示モニタ画面35は、センサデータ

モニタ 36、工具姿勢モニタ 40、優先パラメータ入力ボックス 43 から構成されている。教示時において、各教示点でラインセンサ 21 の姿勢及び工具 2 の姿勢に関して、どちらの姿勢を優先した方が作業にとって効率的かを判断する必要がある。この場合、各教示データごとにセンサの姿勢を優先するか、工具 2 の姿勢を優先するかを決めるパラメータ  $\omega$  (重み係数) を用意しておく。このパラメータ  $\omega$  の範囲を 0~1 まで設定する。パラメータ  $\omega$  を設定する場合には、パラメータ入力ボックス 43 のアップダウン領域をキー操作により上下に操作して 0~1 までの間で設定するものとする。

【0052】パラメータ  $\omega$  が 0 の時には、可能な限りラインセンサ 21 の姿勢を優先する。逆に 1 の時は工具姿勢を優先する。この場合、センサの姿勢は、ラインセンサ 21 の視野つまり、センサデータモニタ 36 の経路特徴点位置 38 の範囲に相当する。また、工具の姿勢は工具 2 の y 軸回りの角度  $\alpha$ 、z 軸回りの角度  $\beta$  の取り得る領域に相当する。センサデータモニタ 36 は、指定されたパラメータ  $\omega$  に相当する経路特徴点位置存在許容領域 37 を表示する。この場合、パラメータ  $\omega$  の値が 1 に近づくほど、つまり工具姿勢 42 が優先されるほど、経路特徴点位置存在許容領域 37 の円の径が大きくなる。従って、センサの姿勢の許容値視野が広がり、経路特徴点位置 38 に対する厳密な考慮は不要となる。

【0053】一方、工具姿勢モニタ 40 は、工具座標径での y 軸回りの角度を  $\alpha$ 、z 軸回りの角度を  $\beta$  とした時、工具姿勢許容領域を円領域 41 で設定する。まず、パラメータボックス 43 で優先度パラメータ  $\omega$  を簡易な GUI で設定する。この優先度パラメータ  $\omega$  を設定すると、両モニタの姿勢許容領域 37、41 が表示される。これにより、オペレータは、この領域 37、41 にセンサの姿勢及び工具の姿勢角度 P ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) が入るようにモニタ画面を見ながら、センサ姿勢と工具姿勢を変化させる。

【0054】このようなモニタ画面 35 を用意することにより、工具とセンサの姿勢の優先度を付けた教示データの作成が容易に実現できる。なお、本発明は、上記の実施例に限定されることなく、特許請求の範囲内で種々、変更・応用が可能である。

#### 【0055】

【発明の効果】上述のように、本発明によれば、センサを有するマニピュレータの教示作業において、センサの姿勢を工具条件とセンサ動作条件の両方を同時に満足させることが可能であるため、工具にセンサを付けて作業を実行するような追従操作において、教示に必要なセンサの姿勢が保証できると共に、センサ及び工具の姿勢を最も的確に教示することが可能なデータを生成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理構成図である。

【図 2】本発明の原理を説明するためのフローチャートである。

【図 3】本発明の一実施例のセンサを搭載した教示装置に教示システムを接続したシステム構成図である。

【図 4】本発明の一実施例の教示システムの動作の概要を説明するためのフローチャートである。

【図 5】本発明の一実施例の教示モニタ画面を示す図である。

【図 6】本発明の一実施例の教示データの修正動作を説明するためのフローチャートである。

【図 7】本発明の他の実施例の教示モニタの例を示す図である。

#### 【符号の説明】

- |        |               |
|--------|---------------|
| 1      | マニピュレータ       |
| 2      | 工具            |
| 3      | 作業対象ワーク       |
| 4      | ワークの作業経路      |
| 5      | ロボットコントローラ    |
| 7      | 教示データ記憶部      |
| 8      | ティーチングペンダント   |
| 9      | 教示システム        |
| 10     | センサ処理部        |
| 11     | 前処理部          |
| 12     | 特徴点検出部        |
| 13     | 座標変換部         |
| 14     | 特徴点記憶部        |
| 15     | 教示モニタ部        |
| 16     | 教示データ編集部      |
| 17     | データモニタ部       |
| 18     | 視覚的イメージ変換部    |
| 19     | 表示部           |
| 20     | ユーザインタフェース    |
| 21     | ラインセンサ        |
| 22     | 教示モニタ画面       |
| 23     | センサ姿勢モニタ      |
| 24     | センサデータモニタ     |
| 25     | 警告表示ボックス      |
| 26     | 警告音ボックス       |
| 27     | 経路断面データ       |
| 28     | 円領域           |
| 29     | 経路特徴点位置データ    |
| 30     | 修正方向モニタ       |
| 31     | 側面方向修正モニタ     |
| 32     | 上面方向修正モニタ     |
| 33, 34 | 矢印            |
| 35     | 教示モニタ画面       |
| 36     | センサデータモニタ     |
| 37     | 経路特徴点位置存在許容領域 |
| 38     | 経路特徴点位置       |
| 39     | 終了断面データ       |



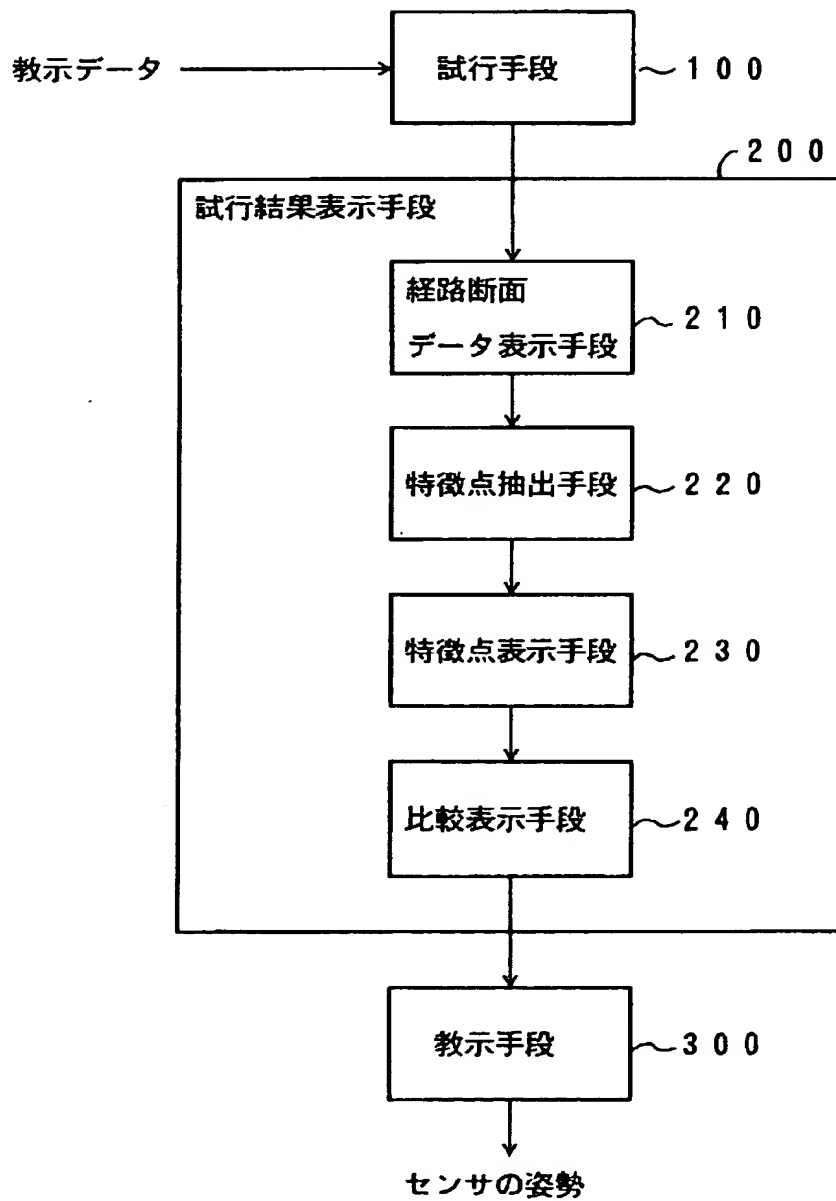
40 工具姿勢モニタ  
 41 工具姿勢許容領域  
 42 工具姿勢  
 43 優先パラメータ入力ボックス  
 100 試行手段  
 200 試行結果表示手段

\* 210 経路断面データ表示手段  
 220 特徴点抽出手段  
 230 特徴点表示手段  
 240 比較表示手段  
 300 教示手段

\*

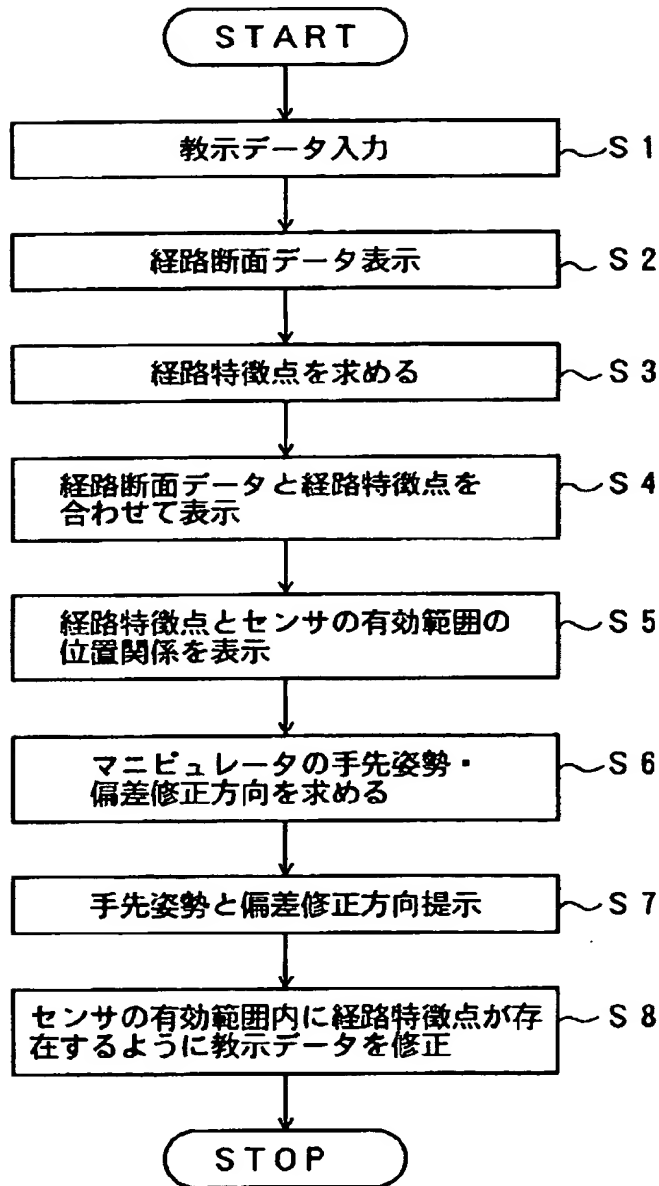
【図1】

本発明の原理構成図



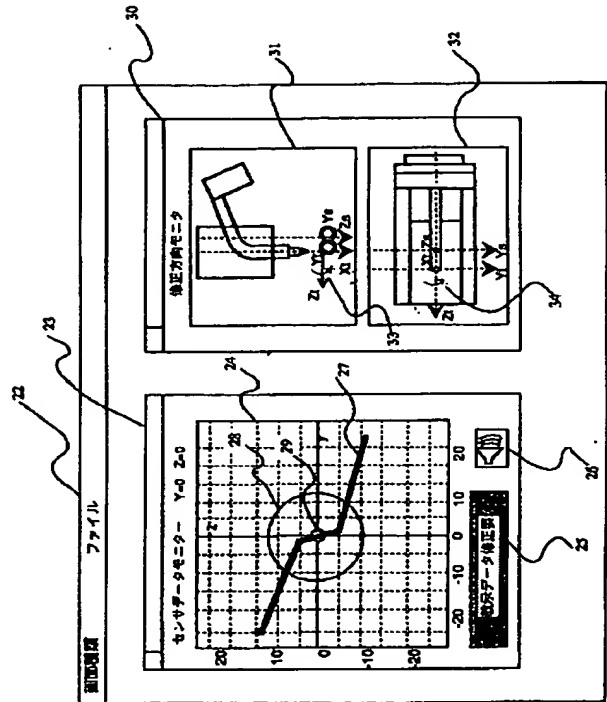
【図2】

本発明の原理を説明するためのフローチャート



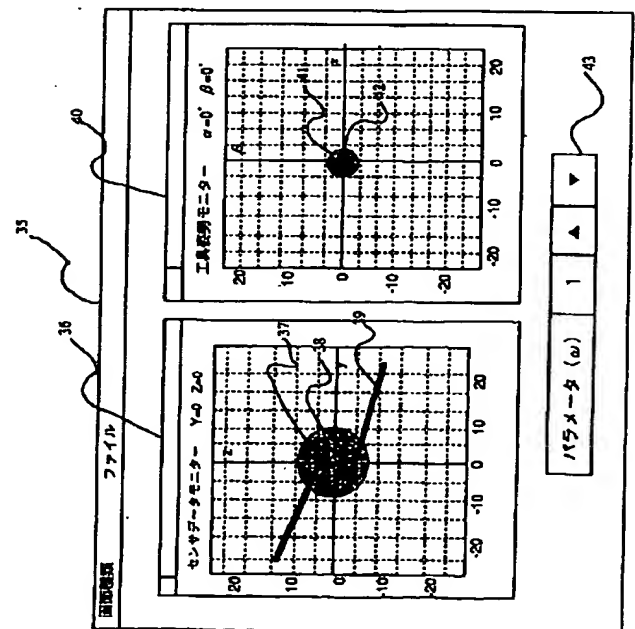
【図5】

本発明の一実施例の教示モニタ画面を示す図



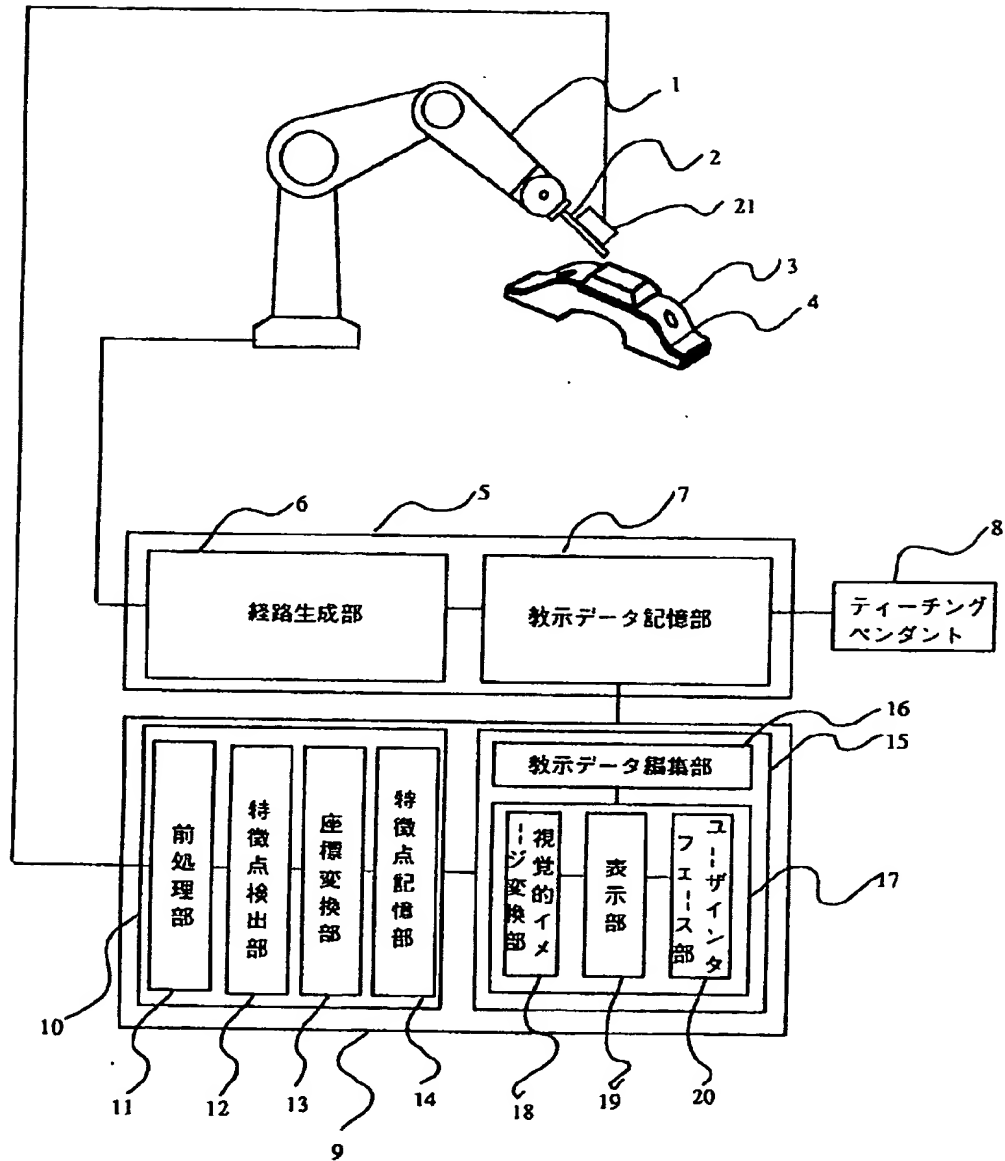
【図7】

本発明の他の実施例の教示モニタの例を示す図



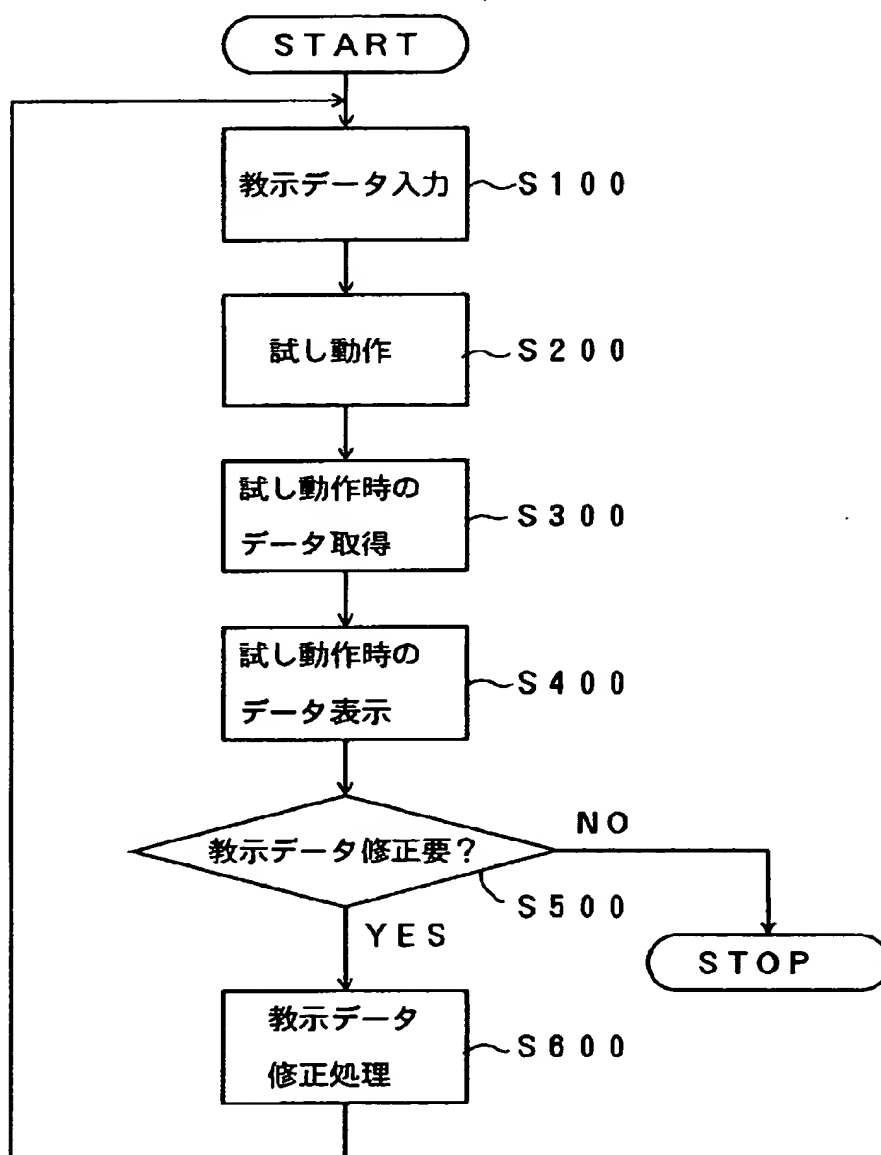
【図3】

本発明の一実施例のセンサを搭載した追従装置に  
教示システムを接続したシステム構成図



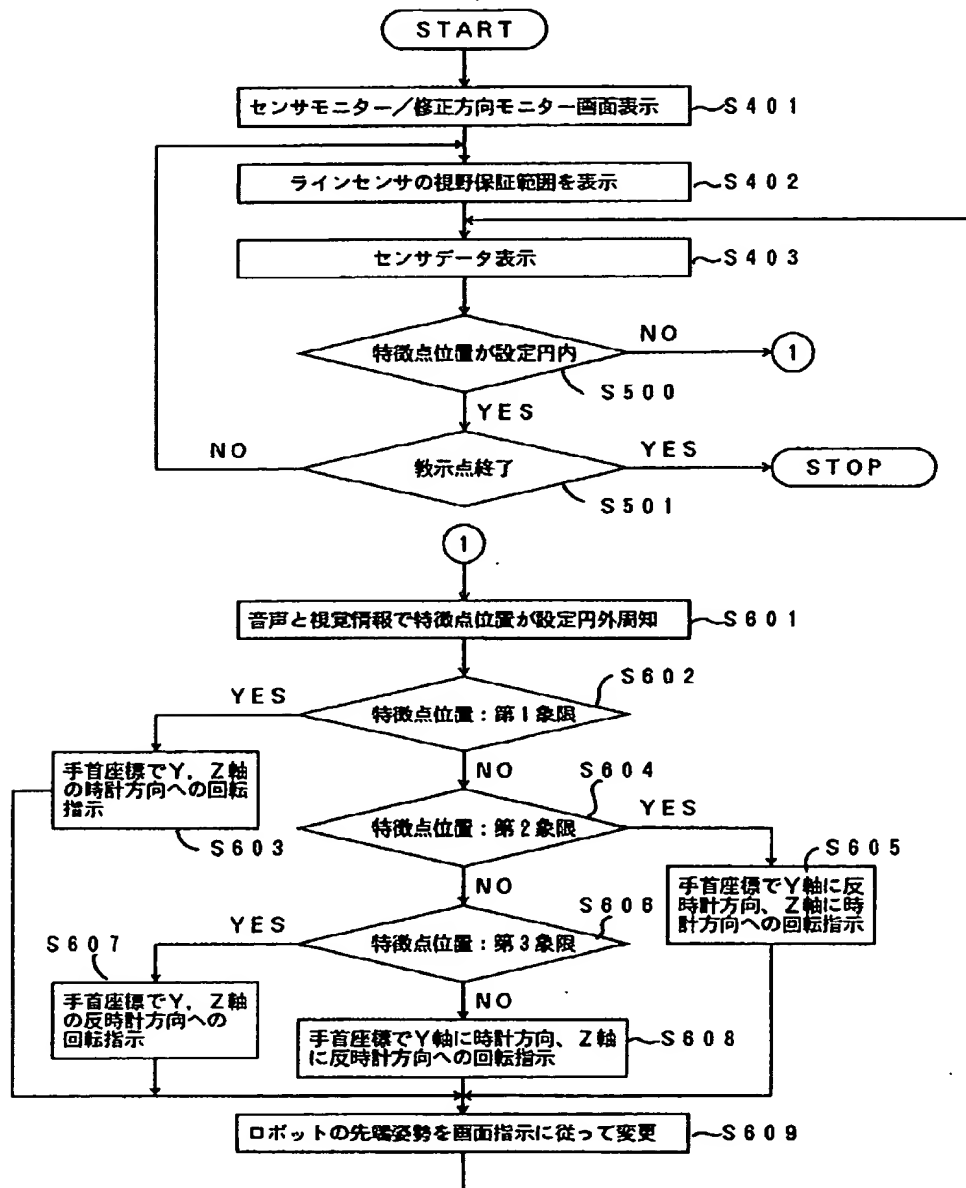
【図 4】

本発明の一実施例の教示システムの動作の  
概要を説明するフローチャート



【図6】

本発明の一実施例の教示データの修正動作を説明するためのフローチャート



フロントページの続き

(72)発明者 荒川 賢一

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内